

ENTWICKLUNG UND UNTERSUCHUNG EINER LEICHTEN, FUNKTIONSINTEGRIERTEN KAROSSERIE IN METALL-SANDWICH-BAUWEISE

Michael Kriescher, Marc Hampel, Thomas Grünheid,
Simon Brückmann
(DLR Institut für Fahrzeugkonzepte)

Katja Oswald (Dow Automotive)

Stuttgarter Symposium
14.03.2017



DLR – Im Überblick

- Größte europäische Forschungseinrichtung für Luft- und Raumfahrt
- Raumfahrt-Agentur
- Projektträger

Ca. 8.000 Mitarbeiter arbeiten in 33 Forschungsinstituten und Einrichtungen an 20 Standorten.

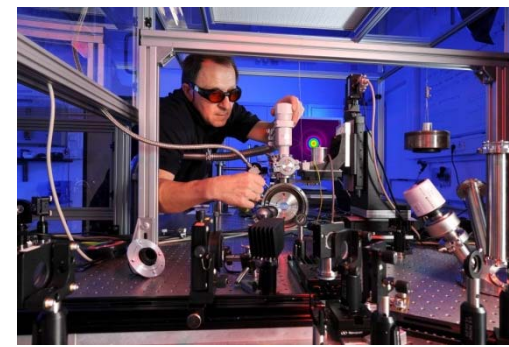
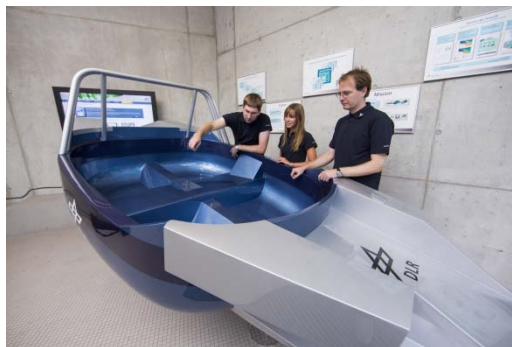
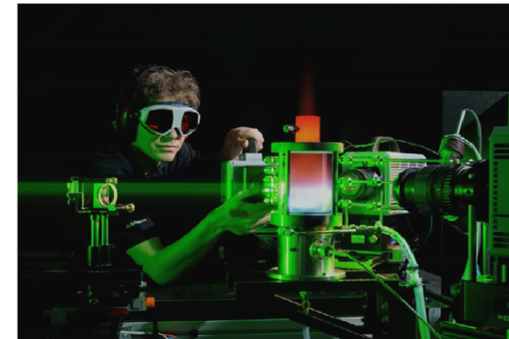
Außenbüros in Brüssel, Paris und Washington



DLR Standort Stuttgart – Im Überblick

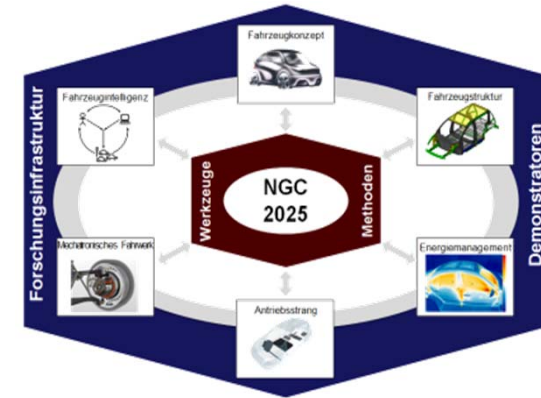
Mehr als 700 Mitarbeiter arbeiten in 6 Instituten:

- Institut für Bauweisen- und Strukturtechnologie
- Institut für Technische Physik
- Institut für Technische Thermodynamik
- Institut für Verbrennungstechnik
- Institut für Solarforschung
- **Institut für Fahrzeugkonzepte**

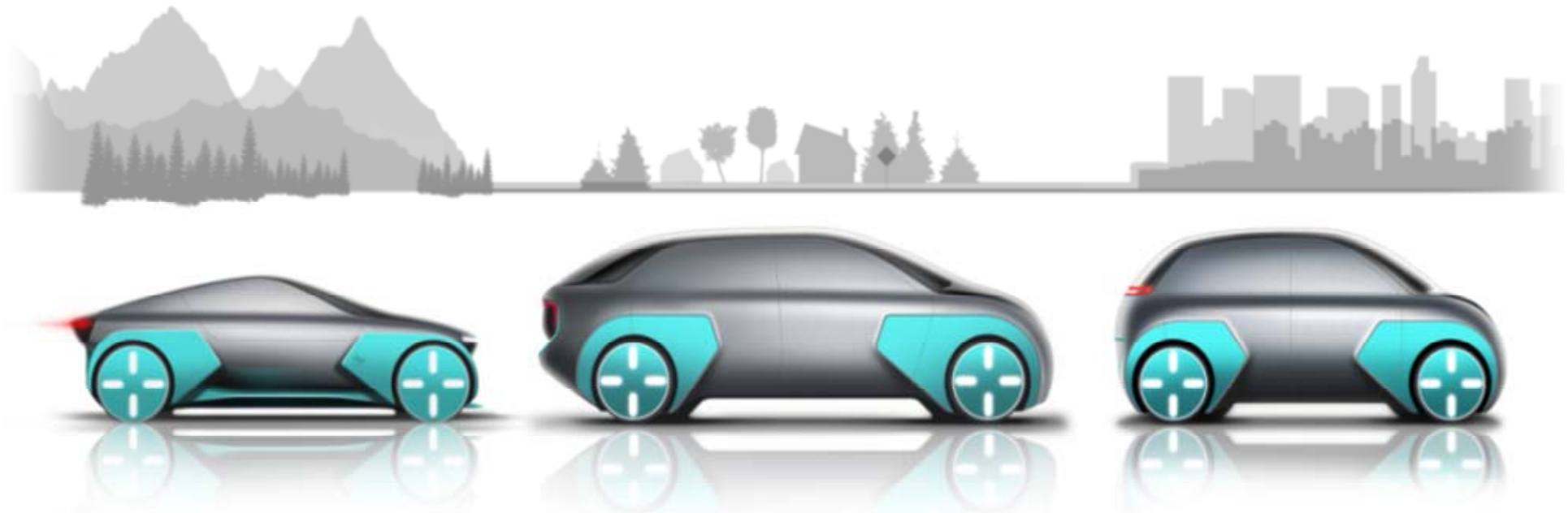


Metaprojekt **Next Generation Car**

Das Metaprojekt **Next Generation Car** (NGC) bündelt die Aktivitäten und Forschungs- und Infrastrukturen des DLR im Bereich der Straßenfahrzeuge. Inhalt sind Methoden und Technologien für die ganzheitliche Entwicklung von Straßenfahrzeugen für morgen und übermorgen.



- Fahrzeugkonzepte
- Fahrzeugstruktur
- Antriebsstrang
- Mechatronisches Fahrwerk
- Energiemanagement
- Fahrzeugintelligenz



NGC – Safe Light Regional Vehicle (SLRV)

Übersicht

Fahrzeugintelligenz

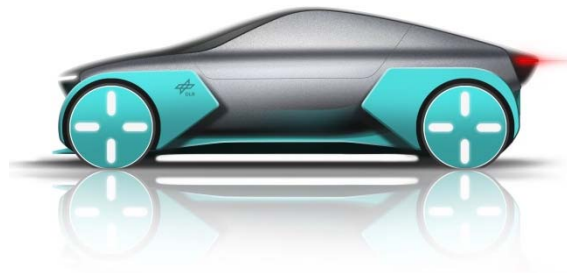
- Teilautomatisiertes Fahren
- Voll-Automation in Notfallsituationen mit kooperativem Ausweichen
- Vernetztes fahrerloses Parken mit Integration in Infrastruktur und Verkehrs- bzw. Parkraummanagement

Fahrwerk

- Vorderachse: Crashoptimal gestaltete Doppelquerlenkerachse
- Hinterachse: Integration von Antrieb und Fahrwerk
- Integrierte Fahrwerkregelung

Fahrzeugkonzept

- Leichtes, sicheres Fahrzeug der L7E Klasse
- Leergewicht max. 400 kg
- Möglichst strömungsgünstige Formgebung
- Stückzahl (Ziel): 50 000 / Jahr



Quelle: DLR

Antriebsstrang / Energiespeicher

- 2 x 7,5 kW radnahe Motoren
- Brennstoffzellen-Batterie-Hybrid mit strukturintegrierten Energiespeichern
- Kühlkonzepte für die Hybridbatterie

Fahrzeugstruktur

- Metall-Schaum-Sandwichstruktur
- Gewicht des Body-in-white < 90 kg
- Crashesicherheit nach dem heutigen Stand der Technik, bei Pkw (M1-Klasse)



Quelle: DLR

Energiemanagement

- Nutzung der Abwärme aus dem Brennstoffzellensystem
- Gezielte Nutzung der Isolationswirkung von Sandwichstrukturen
- Nutzung von Prozesskälte aus Wasserstoffspeichern



SLRV Fahrzeugstruktur

SLRV-Karosserie in Metall-Sandwich-Bauweise: Gewicht 90 kg

Umlaufende
Ringstruktur mit
Sandwich-Kern

- Energieabsorption im
Seiten –und Pfahlcrash
- Kraftpfad bei den Frontal-
Crashfällen

Vorderwagen in
Sandwichbauweise

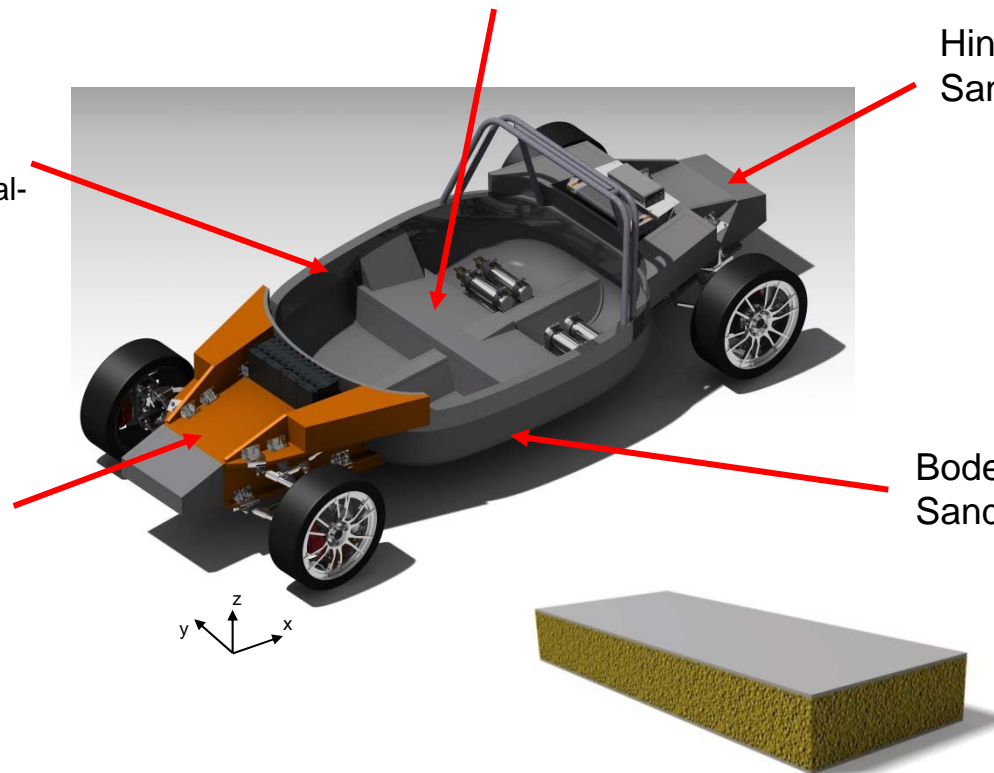
- Energieabsorption in
den Frontal-
Crashlastfällen
- Aufnahme der
Fahrwerkslasten

Integrierte Sitzbank

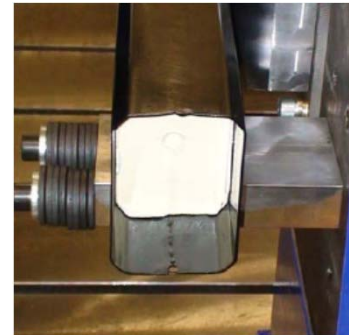
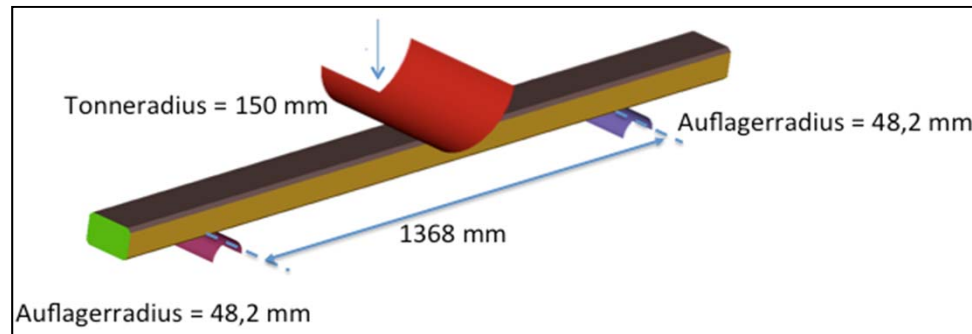
Hinterwagen in
Sandwichbauweise

Bodenwanne als 3 D-
Sandwichbauteil

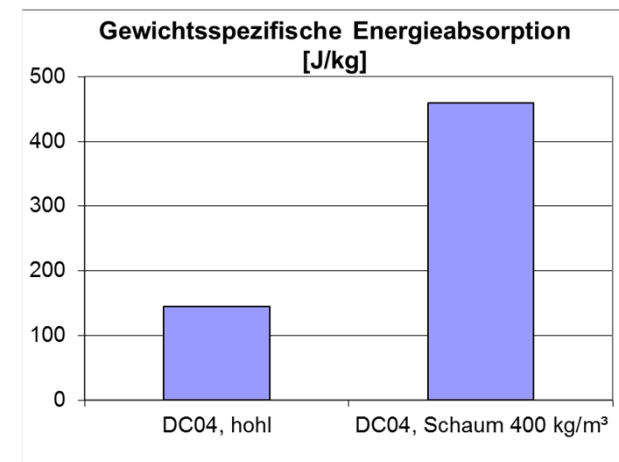
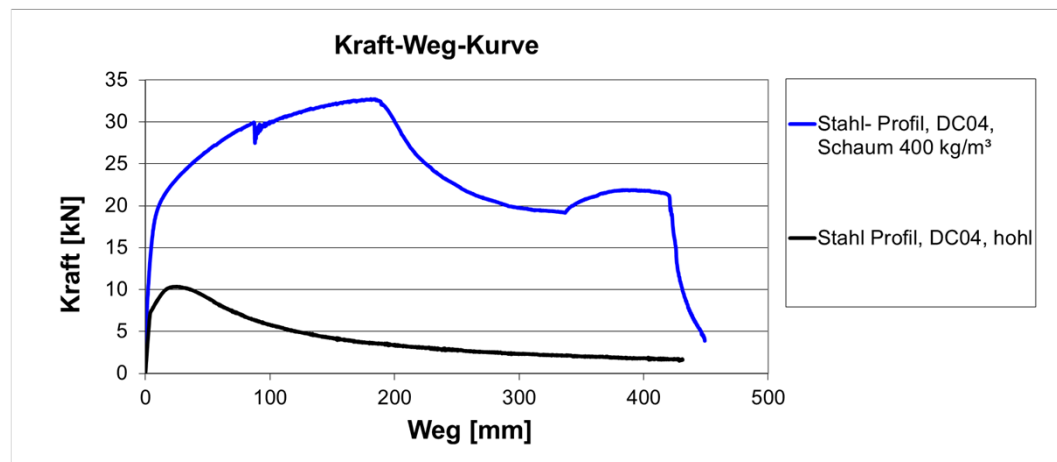
Bsp.: Sandwichelement



Versuche mit Metall-Hybrid-Trägern



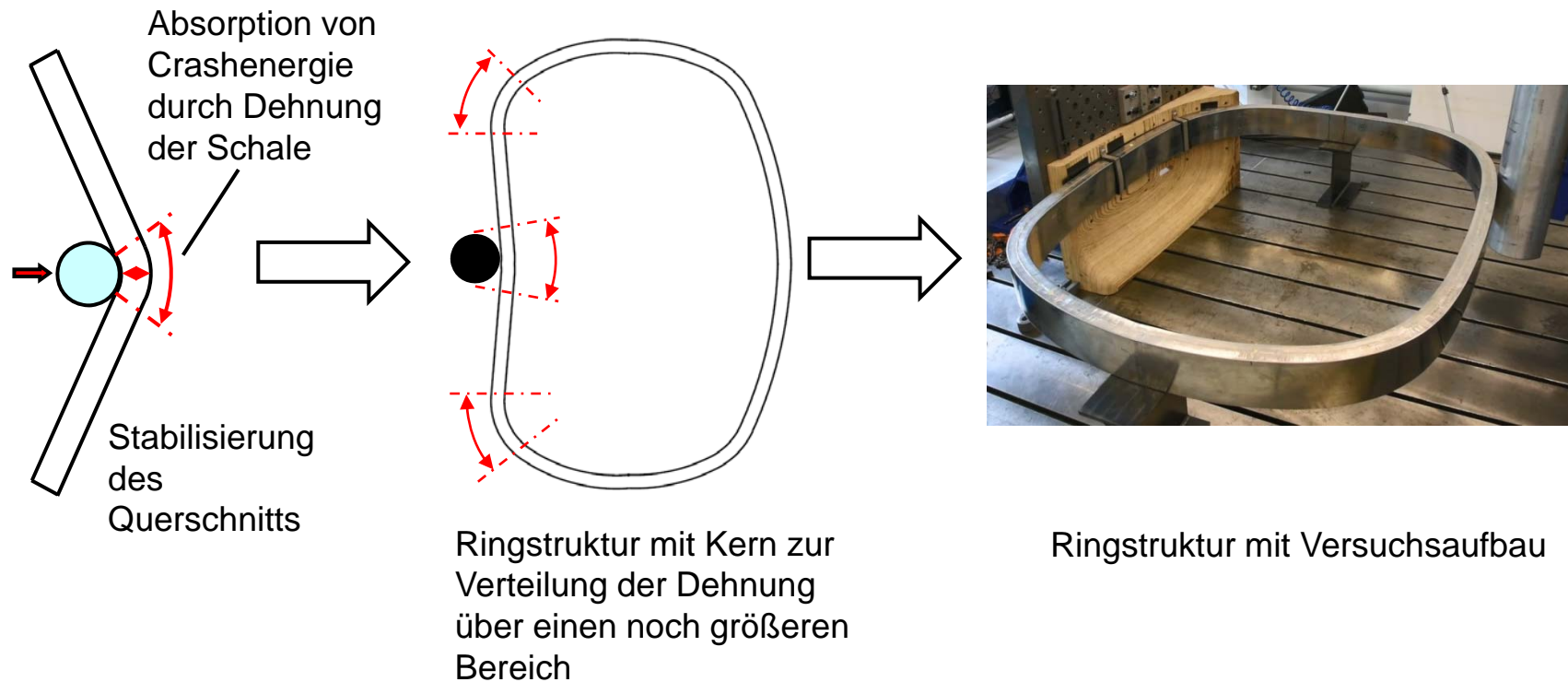
Geschwindigkeit = 6 cm/s



- Statischer 3-Pkt-Biegeversuch (Hydraulikzylinder)
- DC 04 - Träger, mit BETAFOAM™ von Dow automotive gefüllt
- Dichte 400 kg/m³ → Gewicht steigt auf das 1,72-fache des hohlen Trägers, bei 6-facher Energieabsorption → gewichtsspezifische Verbesserung um Faktor 3



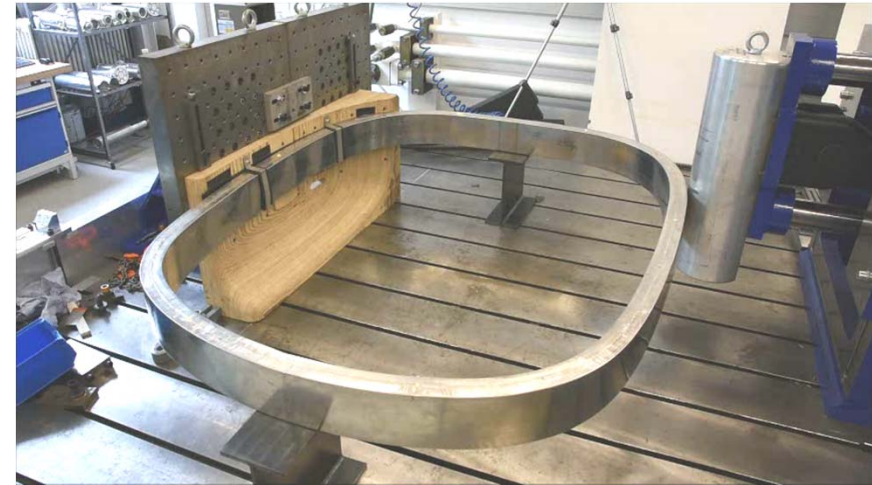
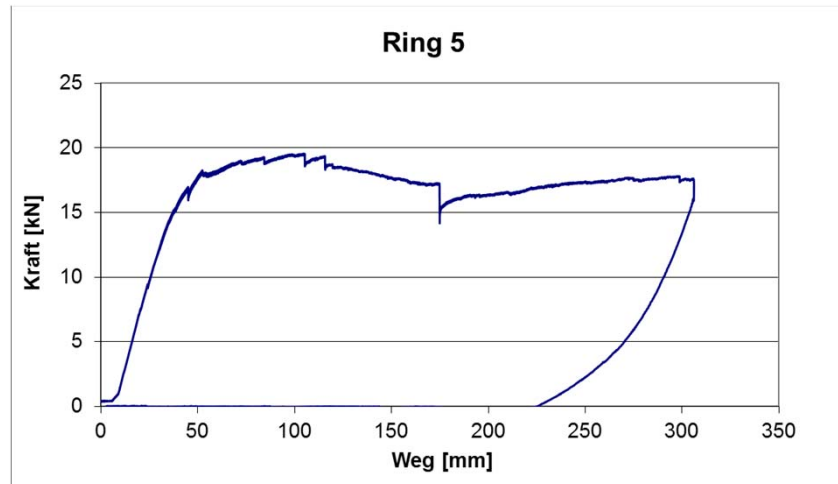
Funktion der Ringstruktur im Crashfall



- Fertigung der Ringstruktur aus Edelstahl-Blech
- Injektion von BETAFOAM™ PUR-Schaum der Fa. Dow Automotive Systems



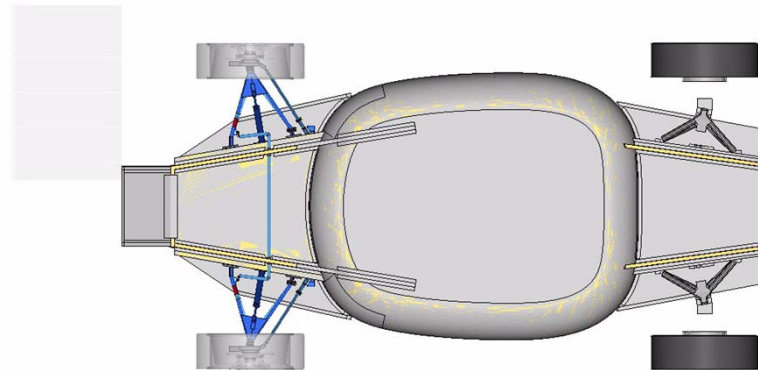
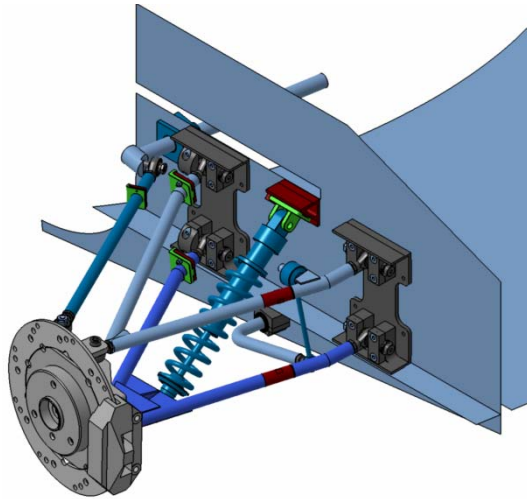
Quasistatischer Eindrückversuch mit Ringstrukturen



- quasistatischer Test von mit BETAFOAM™ gefüllten Ringstrukturen
- Gleichmäßige Kraft-Weg-Kurve
- Fehlende Stützwirkung der umgebenden Strukturen → lokale Knickstellen
- In Verbindung mit der umgebenden Struktur ist ein noch besseres Verhalten zu erwarten



Konzept für das vordere Fahrwerk

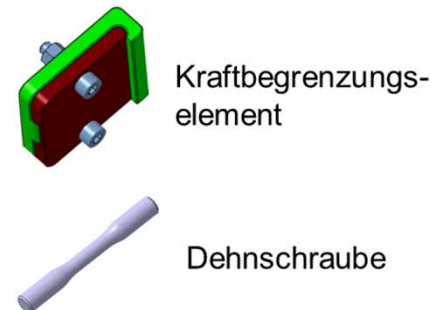
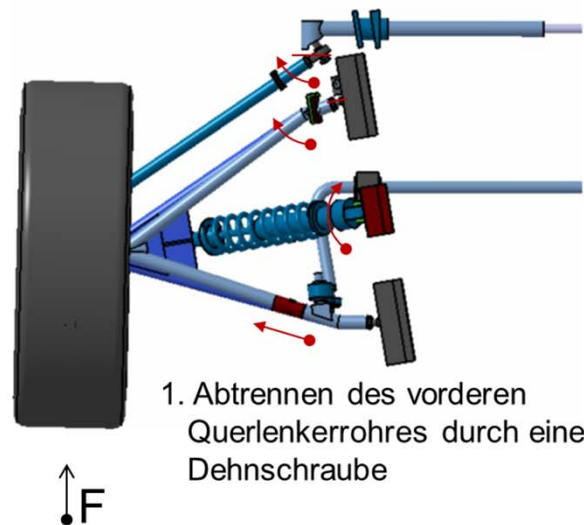


- Doppelquerlenker-Fahrwerk:
vorteilhaft hinsichtlich Gewicht, Kosten und Kinematik im Crashfall
- Auslegung der Fahrwerkskinematik, um ein Vorbeileiten des Fahrwerks an der Karosserie zu ermöglichen → leichtere Auslegung der Karosserie möglich



Kinematik des Fahrwerks im Crashfall

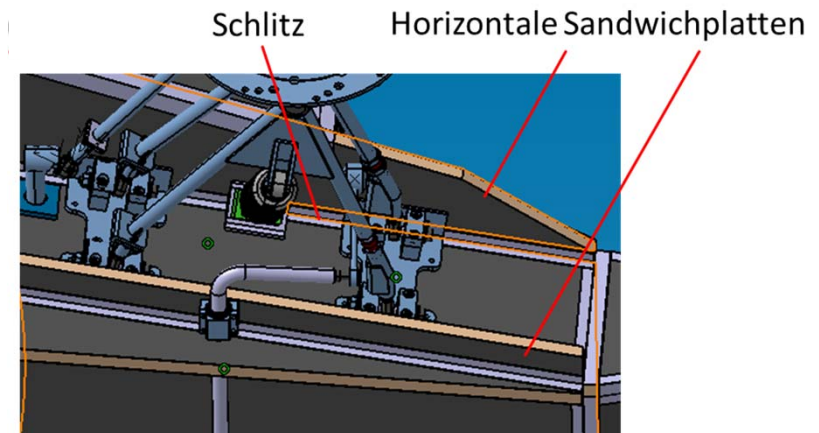
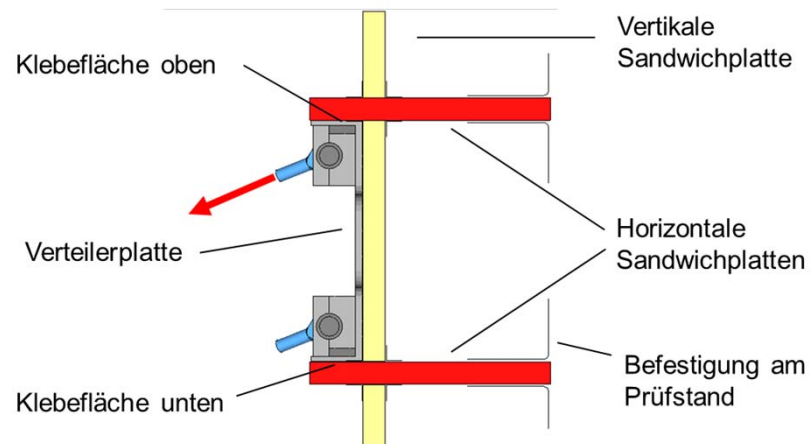
2. Rad beschreibt Kreisbogen
3. Abtrennen von Querlenker und Spurstange



- Das Zusammenwirken von Dehnschrauben als Sollbruchstellen und Kraftbegrenzungselementen mit Gelenkfunktion bewirkt die gewünschte Kinematik
- Die durch die Dehnschrauben erzeugte Kraft ist entscheidend für die Auslegung der Fahrwerksanbindung
- Zusätzliche Fangvorrichtung (z.B. durch ein Seil) notwendig



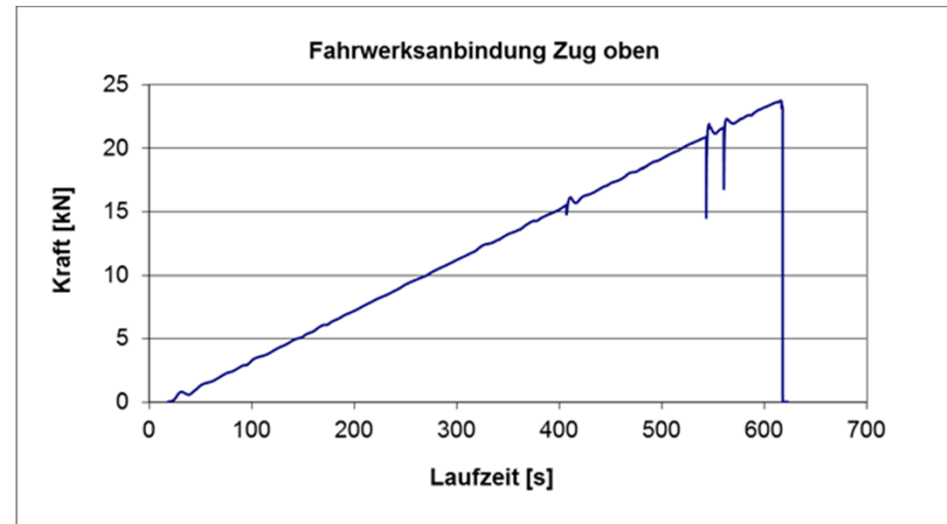
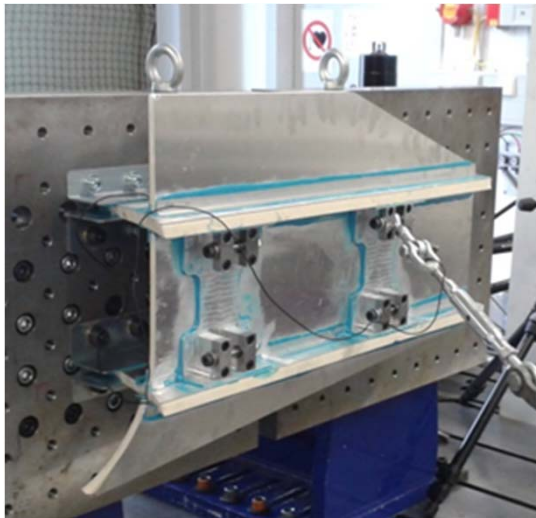
Versuchsaufbau für die Fahrwerksanbindung



- Die Zugkraft wird zum Großteil über die horizontalen Sandwichplatten abgeleitet
- Bei einer Unterbrechung der horizontalen Sandwichplatten durch Montageschlitzze ist eine zusätzliche Verschraubung mit Verstärkungswinkeln notwendig



Versuche mit der Fahrwerksanbindung



- Test der Krafteinleitung in die Sandwichstruktur
- Reines Verkleben der Krafteinleitungspunkte mit DOW BETAMATE™
- Übertragung der Maximalkraft an einem Krafteinleitungspunkt ist mit 2-facher Sicherheit möglich
- Versagen im Sandwichmaterial, nicht in der Klebestelle



Weiteres Vorgehen und Ausblick

- Crashtests von Fahrwerk und Karosserie
- Strukturentwicklung:
 - Detaillierung der Konstruktion
 - Integration von Haube, Sitzen und Bedienelementen
 - Integration der Antriebsstrang-Komponenten
- Weiterentwicklung von Herstellungs- und Fügeverfahren für Sandwich bzw. Hybridstrukturen
- Aufbau eines fahrfähigen Demonstrators des SLRV



NGC Forschungsdemonstratoren ,Konzepte und Bauweisen‘

Urban Modular Vehicle (UMV)



Rollfähiger und
modular aufgebauter
Demonstrator

Safe Light Regional Vehicle (SLRV)



Fahrfähiges
Forschungsfahrzeug
mit Brennstoffzellen-
antrieb

Interurban Vehicle (IUV)



Karosseriedemonstrator
mit Schnittstellen zur
Integration von
Antriebsderivaten



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

